

INCOSE RUS

Перевод статьи “Verification & Validation: An Inconvenient Truth, опубликованной в [INCOSE Insight](#) (март 2017, volume 20, issue 1) - ежеквартальном журнале, распространяемом среди членов INCOSE.

Перевод выполнил [Александр Ефремов](#), 7.6.2017. Если вы хотите участвовать в переводах таких материалов - напишите, пожалуйста, письмо по адресу alexander.efremoff@gmail.com.



<http://incose-rus.weebly.com>

Верификация и валидация: неудобная правда

Erik Elich, elich@how2se.nl

Paul Schreinemakers, schreinemakers@how2se.nl

Maarten Vullings, maartenvullings@hotmail.com

Copyright © 2012 Paul Schreinemakers, Erik Elich & Maarten Vullings. Издается и используется Международным советом по системной инженерии (INCOSE) с разрешения. Примечание редактора: этот документ был впервые представлен на 22-м ежегодном международном симпозиуме INCOSE и восьмой ежегодной европейской конференции системной инженерии в Риме, Италия, 9-12 июля.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	1
ВВЕДЕНИЕ	1
ПЛОХАЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ И СОГЛАСОВАННОСТЬ: РЕЦЕПТ КАТАСТРОФЫ	2
Строгое разделение V&V является причиной недостатков	2
Отсутствие различия между контрактной разбивкой (contract breakdown) и разбивкой системы (system breakdown) препятствует проведению корректной верификации и валидации	3
Ответственность за архитектуру системы отсутствует в большинстве инфраструктурных проектов	5
Рамки верификации и валидации: N-1	5
СУБЪЕКТИВНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ: НЕТ ХУДА БЕЗ ДОБРА?	7

Прозрачность	8
Общественное мнение	10
Неточные требования	10
Мастерство	12
СТИМУЛЫ V&V:	
ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА В ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТАХ	12
V&V - проблема следующего этапа, и так на каждом этапе	12
Европейский закон о публичных тендерах ограничивает V&V	15
V&V: подход к тендерам "Шампанское мы пьем, а на спичках экономим"	16
Важность управления мероприятиями V&V и выделения на них ресурсов	18
ВЫВОДЫ	19
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	20
ОБ АВТОРАХ	21

АННОТАЦИЯ

В настоящем документе рассматриваются некоторые трудности правильного применения верификации и валидации. Обнаруживается "неудобная правда" при сопоставлении реальности в проектах и дисциплинах с широко распространенными определениями верификации и валидации, при сопоставлении с мнениями об управлении проектами и разработкой, а также в контексте цели достичь прозрачности между заказчиками и подрядчиками.

ВВЕДЕНИЕ

Определения верификации и валидации (V&V) обычно дают общее представление о том, что оба действия должны предоставлять объективные доказательства соответствия четко определенным требованиям и (или) потребностям пользователей, как это определено в ISO 9001 (2005) и ISO 15288 (2008). Джеймс Армстронг (James Armstrong, 2011) опубликовал статью, в которой приводятся различные определения обоих терминов. Авторы статьи, которую вы читаете, обнаруживают несколько связанных с V&V неудобств. Одна из широко известных "неудобных истин" заключается в том, что тестирование никогда не позволяет улучшить существующий продукт. Здесь уместна аналогия с вином: проба из первого бокала не сделает оставшееся в бутылке вино лучше. Однако, благодаря тестированию мы можем понять, как улучшить процессы и превратить будущие урожаи в вино получше. И да, желательно также предотвратить попадание плохих бутылок на рынок. Мы обсудим несколько неудобств, связанных со следующими темами:

-
- плохая целостность и согласованность: рецепт катастрофы;
 - субъективные V&V: нет худа без добра;
 - стимулы V&V: основная проблема в инфраструктурных проектах.

Помимо выявления неудобств, мы описываем набор потенциальных решений для каждой затронутой темы.

ПЛОХАЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ И СОГЛАСОВАННОСТЬ: РЕЦЕПТ КАТАСТРОФЫ

Строгое разделение V&V является причиной недостатков

Верификация и валидация (V&V) - это разные виды деятельности: в теории, V&V - разные темы (Armstrong, 2007), и следует понимать различия между ними. Однако, искусственное или догматическое разделение верификации и валидации на практике может быть очень контр-продуктивным. Полное разделение верификации и валидации может привести к срыву планов и отчетов, направленных на подтверждение соответствия каждому (производному) требованию. В инфраструктурной области в Нидерландах это доказанный факт. Тысячи требований в контракте приводят к разрозненному подходу к верификации и валидации. В качестве примера: в контракте на строительство дорог требуется определенное качество дорожного покрытия. Для каждого элемента законтрактованной системы, относящегося к этому требованию, генерируется производное требование, отдельный план верификации и валидации, план тестирования и элемент матрицы соответствия. Хуже того, этот полный комплект документов создается для отдельного теста образца, проведенного каждые несколько сотен метров многокилометровой асфальтовой дороги.

Верификация для исполнителя, валидация для заказчика: это подход применяется в различных дисциплинах, как пишет Армстронг (2007). Чтобы избежать риска поставки системы, которая не соответствует потребностям пользователей, многие подрядчики отказываются выполнять какие-либо действия по валидации. Однако, если у подрядчика есть небольшая свобода при разработке целевой системы, он должен доказать, что принятые проектные решения не оказывают негативного влияния на использование системы. Чем больше свободы при проектировании получает подрядчик, тем больше потребность в доказательстве соответствия требованиям, связанным с использованием системы. Согласны ли они с термином "валидация" или нет, им необходимо продемонстрировать соответствие всем требованиям, на которые влияют их проектные решения. Более того, рассмотрение V&V как полностью отдельных действий может привести к юридическим спорам о том, является ли валидация ответственностью

заказчика или исполнителя. Догматическое разделение деятельности по верификации и валидации между подрядчиком и заказчиком, скорее всего, приведет к бюрократизму и утрате контроля над общим функционированием системы.

Решение по этому вопросу: независимо от вашей позиции в цепочке, всегда рассматривайте действия по верификации и валидации в целом для своей целевой системы, в контексте системы более высокого уровня. Несмотря на то, что это «констатация очевидного» для системных инженеров, это не вошло в повседневную практику в области инфраструктуры.

Отсутствие различия между контрактной разбивкой (contract breakdown) и разбивкой системы (system breakdown) препятствует проведению корректной верификации и валидации

Структуру разрабатываемой системы желательно формировать на основании логического разбиения систем и элементов системы. Это разбиение должно быть оптимизировано с учетом кластеризации функциональности и минимизации количества интерфейсов. Однако, крупномасштабные и сложные системы часто разрабатываются и производятся несколькими подрядчиками. Подрядчики разрабатывают обусловленные контрактом подсистемы, которые, в конце концов, должны сформировать всю систему. При разработке своей подсистемы подрядчик берет за основу контракт и только контракт. Ответственность подрядчика заключается в предоставлении такой подсистемы, которая отвечает требованиям контракта. На практике ответственная организация, которая интегрирует подсистемы, должна управлять интерфейсами, обусловленными разными контрактами. Эти интерфейсы не обязательно являются оптимальными интерфейсами с точки зрения логических подсистем и их верификации и валидации.

Другими словами: для голландских инфраструктурных проектов (Luling 2007) ответственная организация в основном не отличает структурное разбиение разрабатываемой системы и структурное разбиение контракта. Это препятствует проведению оптимальных работ по верификации и валидации и, следовательно, этого необходимо избегать.

Структурное разбиение контракта становится «де-факто» системной архитектурой: часто крупные проекты можно отличить по наличию многих (суб-) контрактов. В тех случаях, когда ответственная организация выбрала небольшое количество основных подрядчиков, эти подрядчики, как правило, используют субподрядчиков для предоставления услуг.

В голландской инфраструктуре каждый подрядчик обычно специализируется только на одной дисциплине, например, на гражданском строительстве, установке,

электромеханике и т. д. Знания по управлению интегрированной системой, в особенности между этими подрядчиками, очень ограничены. Это вынуждает ответственные организации заключать контракты на части системы на основе дисциплинарного разбиения. Три очень плохих результата такого подхода:

- аспектные системы (безопасность, изменение условий государственно-частного партнерства, комфорт и т. д.), как правило, разбросаны по всем контрактам;
- контракты основаны на предпочтительной статической ситуации и не охватывают сценарии, которые затрагивают несколько дисциплин;
- за верификацию и валидацию относительно комплексной эффективности системы полностью отвечает ответственная организация.

Рекшватерстаат (Rijkswaterstaat), инфраструктурная компания, управляющая водопроводами и дорогами в Нидерландах, решила заключить контракт на некоторые из своих интегральных систем на основе принципа проектирования, строительства, финансирования и обслуживания (DBFM). Однако консорциумы, которые выиграли контракт, разделили его на классические части в соответствии с дисциплинами. Каждая сторона выполняла работу в соответствии со своим опытом. Поскольку стороны обладают ограниченными знаниями в управлении интегрированной системой, эти проекты сталкиваются с серьезными проблемами во время проектирования, реализации и, особенно, переходных этапов. Помимо прочего это привело к чрезмерным задержкам при поставке и доказательстве соответствия в нескольких проектах по строительству туннелей (Limmen 2009).

Здесь решение заключается в организации общей верификации и валидации системы на протяжении всей разработки и реализации системы. Для ответственной организации важно обеспечить участие в верификации и валидации всех задействованных сторон. Формирование плана управления верификацией и валидацией для каждой целевой системы побуждает стороны определять, чего следует ожидать.

Ответственность за архитектуру системы отсутствует в большинстве инфраструктурных проектов

Чтобы определить все подсистемы и убедиться, что подсистемы могут быть собраны воедино и сформировать интегрированную систему, ответственной компании требуется роль архитектора. Во многих отраслях ответственные компании располагают знаниями, позволяющими создать свою архитектуру системы (это их основной бизнес). Однако, в инфраструктурных проектах, в которых проектная группа отвечает за всю систему, часто отсутствует точная архитектура (из-за сложности, отсутствия знаний о поведении и

характеристиках интегральной системы и отсутствия стимула для создания архитектуры системы).



Рис. 1. Виадук Мийо, Франция.

Впрочем, Виадук Мийо на юге Франции - это пример хорошо управляемого проекта, где согласованность в системе поддерживалась постоянно и где и верификация, и валидация были в ведении консорциума на всех этапах проекта. Это, безусловно, способствовало тому, что виадук был поставлен вовремя, в рамках бюджета и соответствовал требуемому качеству (Millau Viaduct 2004).

Рамки верификации и валидации: N-1

Чтобы убедиться, что система работает в соответствии со спецификацией и предполагаемым использованием, требуется проведение верификации и валидации. Однако, верификация и валидация должны проводиться не только на самой системе, но и на ее взаимодействии с непосредственным окружением (политикой, обществом, пользователями и др.).

Контекст системы: усилия в области верификации и валидации часто связаны с договорными обязательствами между заказчиком и подрядчиком на любом уровне. Всегда существует более или менее четко определяемая целевая система. Усилия в области верификации и валидации имеют тенденцию сосредотачиваться только на контрактной целевой системе. Однако, успех системы, и в особенности валидируемой системы, зависит по крайней мере от взгляда на один уровень вверх по отношению к целевой системе, от учета контекста оцениваемой системы.

В качестве примера необходимости рассматривать рамки проекта как "N-1" мы рассмотрим проект железнодорожной станции Vijlmer (Lamreg 2011). Контракт на рабочее проектирование и строительство улучшений железнодорожной станции Vijlmer был заключен с консорциумом. Многие виды деятельности были отданы на субподряд. Один из контрактов заключался в разработке системы очистных тележек для стекло-металлической конструкции наружных стен. Рис. 2 ясно показывает, что проектирование тележки было выполнено, но при интеграции ее расположили в углу рядом с опорной балкой. Случилось так, что во время проектирования стало ясно, что на внешних стенах необходимы дополнительные опорные балки. На этом этапе влияние на проект системы очистных тележек было проигнорировано. Хуже того, во время интеграции системы очистных тележек установщик не проверял, подходит ли оборудование для использования: тележка получила возможность двигаться только вертикально, хотя должна была двигаться и горизонтально. Подрядчик тележки не смог проверить (валидировать), было ли решение пригодным для очистки окон, тогда как разработчик стеклянной стены не смог проверить (валидировать), может ли использоваться перепроектированная конструкция с другими частями системы.



Рис. 2. Тележка для очистки окон на станции Vijlmer, окруженная опорными балками.

Решение этого вопроса заключается в том, что на всех этапах проектирования и реализации проекта контекст целевой системы должен оцениваться и проверяться в рамках верификации и валидации, и тем самым должно обеспечиваться надлежащее управление целостностью системы.

СУБЪЕКТИВНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ И ВАЛИДАЦИЯ: НЕТ ХУДА БЕЗ ДОБРА?

И ISO-9000 (2005), и ISO-15288 (2008) определяют верификацию и валидацию как действия, которые имеют место в отношении хорошо определенных требований и предоставляют объективные доказательства. Однако, насколько верификация и валидация могут быть объективными? По общему мнению, следует избегать субъективных V&V. На практике субъективные верификация и валидация могут быть тем самым плохим, за которым всегда следует что-то хорошее. Есть четыре тезиса, позволяющие оспорить объективность V&V:

Объективные V&V увеличивают прозрачность, обеспечивающую ответственности бизнеса перед обществом. «Ответственность бизнеса перед обществом - это постоянное стремление бизнеса вести себя этически и способствовать экономическому развитию, одновременно улучшая качество жизни рабочей силы и их семей, а также местного сообщества и общества в целом», (Всемирный совет предпринимателей по устойчивому развитию). Мы должны уметь объяснить устойчивость: что произошло, почему это произошло или не произошло, и какими издержками это обернулось для общества. Но какой уровень прозрачности желателен или даже может быть принят?

Общественное мнение - наилучший пример субъективных верификации и валидации. Общественное мнение является окончательным суждением о том, станет продукт в действительности ценным и полезным или нет. Воспринимаемое качество перекрывает внутреннее качество системы. По характеристикам система Philips Video 2000 была лучше всех. Однако, общественное мнение в конце концов выбрало систему VHS. V&V касается не только требований, но и того, как требования воспринимаются, оцениваются и транслируются.

Определения ISO предполагают идеальный мир аккуратно предопределенных требований, что редко верно в реальном мире. Многие проекты страдают от неточных требований.

Весь процесс верификации и валидации - это больше, чем просто поставить галочку в нужном месте. V&V требует квалифицированного персонала с определенным мастерством. В какой степени мы полагаемся на мастерство?

Прозрачность

Прозрачность - это модное слово среди политиков и членов совета директоров. Но действительно ли мы понимаем последствия прозрачности? Согласно Standish Group (1994), Lewis (2003) и Ellis (2008), 70-80% проектов не заканчиваются вовремя, выходят за рамки бюджета, не выполняются в заранее определенном объеме или комбинируют перечисленные недостатки. Если не рассматривать обсуждения по определению провала проектов, кажется, что количество успешных проектов с годами не увеличивается. Мы слишком мало учимся на ошибках. Отчеты консультантов по уникальным торговым предложениям (USP) для голландского строительного сектора показывают увеличение расходов, связанных с провалами, за последние 10 лет: общие затраты на провалы в процентах от стоимости проекта увеличились с 6% (2001) до 11% (2010 год). Основной причиной является отсутствие коммуникации и недостаточный уровень проработки реалистичности проектов: верификация и валидация используются недостаточно для того, чтобы замкнуть контур (Rijt 2009). Хотя, вероятно, есть много причин, почему выполнение проектов не улучшается, одной из причин является отсутствие кривой обучаемости. V&V способствует закрытию цикла для кривой обучаемости внутри проектов.

Примером возможной ценности V&V для обеспечения прозрачности в реальных проектах является Noord/Zuidlijn (линия метро Север-Юг) в Амстердаме (Нидерланды). Noord/Zuidlijn - это расширение Амстердамского метро на 9,7 км прямо под историческим центром города. Хотя первые идеи возникли в 1968 году, конкретные планы, представленные в 2002, требовали бюджета в 1,5 миллиарда евро. Начало планировалось на 2011 год. После многих разочарований, проблем при урегулировании вопросов с недвижимостью, оценок и политических вмешательств, затраты теперь составляют 3,1 млрд. евро, а введение в эксплуатацию запланировано на 2017 году. У сложных проектов есть много причин для провала. Среди основных выводов о причинах неудач есть несколько связанных с V&V (Limmen 2009):

- ограниченные V&V предполагаемого использования подходящей технологии;
- отсутствие прозрачных V&V при изменении рабочей документации/проекта;
- недостаточные V&V в экономическом обосновании;
- V&V результатов консультаций на рынке были отклонены;
- отсутствие соответствующих V&V по контрактам и рискам;

-
- слишком мало сдержек и противовесов.

Вышеупомянутый случай свидетельствует о том, что очень сложно поддерживать прозрачность для проектов с конфликтующими интересами.

В результате прозрачность может выявить:

- скрытые интересы (политическая амбиция против негативного экономического обоснования);
- ранние неудачи (технологические риски для расчетов);
- отсутствие прогресса;
- ценовые компромиссы;
- профили риска.

(Социальный, экономический, политический) контекст проекта и отношение к проекту участвующего менеджмента определяют, в какой степени эти последствия могут быть устранены. Следовательно, хороший уровень прозрачности - это принимаемый уровень прозрачности.

Для повышения прозрачности можно предпринять следующие меры:

- независимые от экономического обоснования верификация и валидация на основных контрольных точках проекта;
- исчерпывающая верификация и валидация требований всех заинтересованных сторон; заинтересованные стороны должны подписываться в отчете по верификации и валидации;
- обособленная организация верификации и валидации на начальных этапах проекта как с заказчиком, так и с самой проектной организацией.

Общественное мнение

Воспринимаемое качество определяется как мнение потребителя о способности продукта (или бренда) соответствовать его - покупателя - ожиданиям. Это может иметь мало или вообще ничего общего с фактическим совершенством продукта. Воспринимаемое качество основывается на текущем общественном имидже фирмы (или бренда), опыте потребителя с другими продуктами фирмы и влиянии лидеров общественного мнения, группы равных и других факторах. Следовательно, демонстрация при помощи объективных доказательств того, что система выполняет заранее определенные требования, не гарантирует того, что потребитель или конечный пользователь согласятся с этим объективным заключением. Apple iPhone воспринимается как превосходный продукт, при этом он не лишен технических проблем с временем автономной работы и силой сигнала.

Это явление требует связи между маркетингом, политикой информационного обеспечения и V&V-мероприятиями: нужно передавать результаты верификации и валидации другими способами, кроме формального механизма отчетности по проекту.

Неточные требования

Спецификация требований и спецификация систем - чрезвычайно трудная задача. Полностью полагаться на правильные спецификации опасно, хотя подход, основанный на оценке риска, может утроить шансы проекта на успех (Wheatcraft 2011). В практике голландского строительного сектора некоторые аномалии повторяются снова и снова. Более 50 обзоров спецификаций в области ответственности заказчиков и подрядчиков, выполненных в течение последних трех лет, демонстрируют следующее топ-3:

- не SMART-требования (не конкретные, измеримые, достижимые, актуальные, ограниченные во времени), которые можно интерпретировать по-разному;
- производные требования без какого-либо проектного решения, заменяющие верхние требования. Как следствие, теряется конечная производительность системы и отношения между требованиями;
- требования, излишне предписывающие проектные решения.

Вышеизложенные аномалии возникают из-за отсутствия прозрачности, ограниченной компетенции и сильно разделенных инженеров по требованиям и инженеров-конструкторов. В рамках верификации и валидации всегда должна проводиться проверка здравого смысла. V&V предлагает два способа устранения этих аномалий. Экспертиза требований помогает выявить возможности улучшения на ранних этапах и повышает внимание к написанию хороших требований. Такие экспертизы могут проводиться с помощью известных инструментов, таких как Planguage (Gilb 2004). После завершения работы над спецификацией, к каждому требованию можно добавить критерии успешного и неуспешного прохождения теста. Это улучшит спецификацию с точки зрения V&V.



Рис. 3. Установленный посреди перекрестка фонарный столб.

Рисунок 3 - реальный пример очевидных ошибок, сделанных в требованиях или руководствах, реализованных во время разработки и даже во время строительства, без какого-либо сигнала со стороны. Это решение, безусловно, не удовлетворяет потребностям пользователей.

Мастерство

В некоторых случаях документы рецензируют неформально. Г-н Джонс, эксперт по системам управления, оценивает проектные документы подрядчика для систем управления туннелями. Г-н Джонс дает комментарии на основе своего экспертного мнения. Г-н Джонс не знаком с контрактом или исходными требованиями заказчика. Подрядчик обсуждает его замечания, требует оплатить их устранение. В худшем случае для решения проблемы привлекается третья сторона - еще больший гуру-эксперт.

Как только верификация и валидация ставится в зависимость от личных убеждений, сразу же возникает неустойчивость. Такого типа субъективных V&V следует избегать. В большинстве случаев этот тип субъективных V&V происходит в командах,

сформированных вокруг какой-либо дисциплины, не имеющих адекватной связи между специалистами, управлением проектами и управлением контрактами.

Однако, применение V&V без какого-либо мастерства скорее всего станет причиной провала. Такие верификация и валидация приведут лишь к расстановке галочек в нужных полях, тогда как итоговая система не будет работать в реальном мире.

Для того, чтобы различить (сертифицированное) мастерство и объективные V&V, необходимо использовать профили компетенций. Их же необходимо применять для создания сбалансированных команд для проведения экспертиз.

СТИМУЛЫ V&V:

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА В ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ПРОЕКТАХ

Одной из главных целей V&V является выявление проектных ошибок и проблем интеграции, желательно на ранней стадии. Кроме того, V&V служит доказательством того, что целевая система будет работать в соответствии с ожиданиями заинтересованных сторон. Хотя ценность V&V в эпоху системной инженерии хорошо известна, на практике V&V не всегда желательна или не считается важной в организациях, задействованных в жизненном цикле разработки системы. Иногда некоторые стимулы таких организаций кажутся противоречащими стимулам, позволяющим выполнять верификацию и валидацию. В этом разделе мы делимся некоторыми наблюдениями, которые и формируют "неудобную правду", мешающую тщательному выполнению верификации и валидации, особенно в инфраструктурной области.

V&V - проблема следующего этапа, и так на каждом этапе

Последние десятилетия исследования показывают, что инвестиции в V&V приводят к снижению затрат на жизненный цикл (Gilb 2004), что особенно верно для сложных систем. Исследования также показывают, что V&V, выполненные на ранней стадии, менее затратны, чем на более поздней стадии (Boehm 1981). Как же это отражается на инфраструктурных проектах?

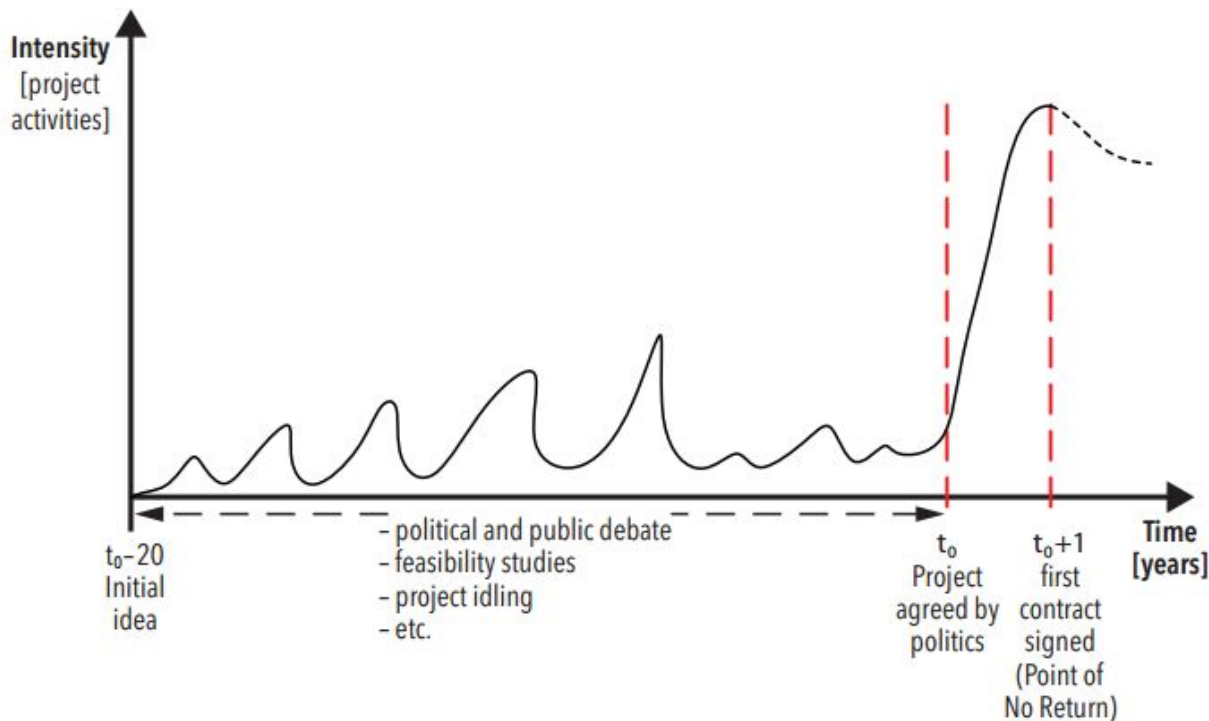


Рис. 4. Интенсивность работ в типичном (инфраструктурном) проекте как функция времени.

Давайте рассмотрим типичный крупный инфраструктурный проект от первоначальных идей до найма первого подрядчика. Период между первыми идеями и окончательным соглашением официально реализовать большой (инфраструктурный) проект может длиться годы или даже десятилетия. Это часто связано со сложностью и большими инвестициями, а также с политическими разногласиями между сторонами относительно важности проекта. Этот период указывается на рисунке 4 между $t_0 - 20$ и t_0 , где интенсивность проектной деятельности изображена как функция времени. В этом примере из-за политики от первоначальной идеи до проектного соглашения прошло 20 лет. Проект снова и снова исследуется и прекращается, пока, наконец, не будет окончательно согласован политиками.

В течение этого длительного периода есть много времени для проведения технико-экономических исследований, анализа проблем, концептуального проектирования и мероприятий по верификации и валидации. Однако, в течение этого периода времени проявляются 3 важных проблемы:

1. клиентские требования часто не совсем понятны;
2. ресурсы ограничены, поскольку пока еще нет официального проекта, и поэтому имеется лишь небольшой бюджет;

-
3. мероприятия по верификации и валидации официально не требуются. Поэтому действия по V&V откладываются на потом (когда проект действительно начнется).

Когда правительство, наконец, решит начать проект в момент времени t_0 , заказчик хочет как можно скорее достичь точки невозврата, особенно если принятие решения уже заняло много времени. Точка невозврата - это момент, когда становится известен первый (основной) подрядчик. Особенно в крупных инфраструктурных проектах всегда остается риск, что правительство отзовет свое решение (в зависимости от политической ситуации; например, во время выборов). В нашем примере точка невозврата находится на отметке $t_0 + 1$ год. От t_0 до точки невозврата все проектные усилия направлены на создание контрактной спецификации. Однако на практике выясняется, что в это время требования заказчика часто еще не ясны, кроме того нет хорошо продуманной и проверенной архитектуры системы.

Вот мы и пришли к неудобной истине: из-за внешнего давления и сильно ограниченного времени (мы же хотим достичь точки невозврата как можно скорее), в момент t_0 часто не хватает времени для создания новой архитектуры системы, для того, чтобы сделать все требования клиентов ясными, чтобы провести экспертизу спецификации, а также чтобы тщательно выполнить верификацию и валидацию. Контракт выдается на рынок на основе многих предположений и без надлежащих V&V в отношении требований клиентов и архитектуры системы. Верификация и валидация снова откладывается на следующие этапы. Это описано в работе Elich et al. для проекта государственно-частного партнерства в области инфраструктуры (ГЧП) (Elich 2008).

Объедините это с тем фактом, что между t_0 и точкой невозврата проектная организация находится в середине фазы запуска, где люди должны быть наняты, а процессы и инструменты должны быть (повторно) разработаны (из-за низкого уровня зрелости системной инженерии в голландском строительном секторе применяемые процессы и инструменты определяются и заново разрабатываются для каждого проекта). Из этого становится ясно, что существует большой риск того, что ошибки и многие изменения могут возникнуть в спецификации на более позднем этапе, что часто приводит к большим дополнительным расходам.

Известные крупные инфраструктурные проекты в Нидерландах подтверждают, что такой длительный период необходим для принятия проектного соглашения:

- Железнодорожный проект «Betuwe Route» для перевозки грузов из порта Роттердама в глубь страны в направлении Германии
 - Начальная идея: 1985 (Poeth en Van Dongen 1985)
 - Парламент Нидерландов согласовывает план: 1994 (Commissie Infrastructuurproj, 2004)

-
- Проект железнодорожного туннеля «Spoorzone Delft»
 - Первоначальные идеи: 1988 (Spoorzone Delft 2004)
 - Парламент Нидерландов согласовывает план: 2004 (Spoorzone Delft 2004)
 - Проект метрополитена в Амстердаме «Noord-Zuid Lijn», линия с севера на юг
 - Первоначальные идеи: 1968, (Исследовательский комитет Noord / Zuidlijn 2009)
 - Парламент Нидерландов согласовывает план: 2002, (Исследовательский комитет Noord / Zuidlijn 2009).

Решение этой проблемы можно найти в следующем:

1. Стандартизация проверенных системных архитектур и спецификаций. Наличие стандартов может сделать временной интервал между t_0 и точкой невозврата менее критическим.
2. Использовать момент принятия решения в точке t_0 , чтобы явно проверить, что:
 - a. была проведена независимая от заказчика проверка экономического обоснования;
 - b. все требования клиента понятны;
 - c. доступна проверенная архитектура системы;
 - d. риски проанализированы и являются приемлемыми.
3. Использовать период между начальной идеей и t_0 для более эффективной реализации продуктов, как указано в пп. 2.a-2.d.

Европейский закон о публичных тендерах ограничивает V&V

Существует еще одна важная причина, по которой V&V откладывается и становится проблемой «следующего этапа»: Закон Европейского Союза (ЕС). Закон ЕС о государственных закупках направлен на повышение конкуренции и прозрачности в европейской экономике. Модернизация и открытие границ рынков закупок означает больше возможностей для бизнеса и более качественные и более выгодные услуги для налогоплательщика. Закон ЕС ставит своей целью создание «единых правил игры». Тем не менее, позволяет ли эта политика применять адекватные V&V на ранних этапах проекта?

Консолидированная директива о государственных закупках (Consolidated Directive on Public Procurement, 2004 г.) позволяет заказчику привлекать подрядчиков на раннем этапе проекта двумя способами:

1. Конкурентный диалог (статья 29: «В случае особо сложных контрактов государства-члены ЕС могут предусмотреть, что, если договаривающиеся стороны (contracting authority) считают, что использование открытой или ограниченной

процедуры не приведет к выигрышу контракта, последние могут использовать конкурентный диалог в соответствии с настоящей статьей ... »).

2. Рыночная консультация (до тех пор, пока результаты доступны для всех подрядчиков).

Неудобство заключается в том, что подрядчик не желает раскрывать свои конкурентные преимущества на ранней стадии проекта, поскольку эта информация (обязана) стать общедоступной для сохранения «общих правил игры». Юрисдикция в этой области неоднозначна. Заказчики не решаются широко использовать упомянутые выше возможности.

Фактически, стремление к «единым правилам игры» ограничивает использование сложных знаний для верификации и валидации на ранних этапах проекта.

V&V: подход к тендерам "Шампанское мы пьем, а на спичках экономим"

Давайте рассмотрим влияние стратегии заказчика в тендере на качество V&V, предоставленное подрядчиками. Несмотря на инициативы заказчиков по стимулированию творчества (в контрактах на проектирование и строительство), затрат на устойчивость и жизненный цикл (наиболее экономически выгодный тендер) и вознаграждение за сокращение выбросов CO₂, практика показывает, что подрядчик с самой низкой ценой часто получает работу от заказчика. Самая низкая цена остается основным мотиватором.

После победы в тендере контракт и его цена становятся ведущей силой. Подрядчик должен организовать и выполнить работу с минимальными возможными затратами с качеством, все еще отвечающим требованиям контракта. Таким образом, подрядчик может потенциально получить прибыль. Это контрастирует с коммерческими продуктами, в которых конечный пользователь является ведущей силой, потому что только конкурентоспособный продукт можно продать. Разработка конкурентоспособной продукции приводит в целом к повышению прибыли.

Поскольку в тендерах контракт является ведущей силой, качество контракта имеет решающее значение. Мы обсуждаем два важных аспекта, которые определяют качество контракта:

1. качество требований (спецификации) в отношении потребностей клиента;
2. качество верификации и валидации.

Поскольку подрядчик будет осуществлять поставку в соответствии с контрактом (соблюдения контракта достаточно), заказчик должен убедиться, что требования,

указанные в контракте, представляют потребности заинтересованных сторон. Как описано ранее (в разделе «Мастерство»), слишком часто бывает так, что г-н Джонс (конечный пользователь или клиент) изучает продукт без использования спецификации. Чтобы избежать несоответствий между потребностями заинтересованных сторон и контрактом, заказчик должен убедиться, что:

- потребности заинтересованных сторон перечислены в контракте;
- требования в контракте точно представляют потребности заинтересованных сторон.

Это означает, что цикл обратной связи V&V от спецификации контракта до потребностей заинтересованных сторон должен быть тщательно проверен. Однако, проверка этого цикла занимает некоторое время и может оказаться в противоречии с желанием поскорее достичь точки невозврата.

Другой важный аспект заключается в том, что «качество и эксплуатационные качества» должны быть точно заданы. Это означает, что требуемое качество и эксплуатационные качества должны быть явно указаны. Если кто-то стремится получить выгоду от закупок, не учитывая качество и эксплуатационные качества, чего нам следует ожидать в результате? Заказчик не может ожидать продукта лучше, чем указано в его контракте, если только он не хочет платить больше (что на практике приводит к изменениям требований). Таким образом, этот краткосрочный выигрыш может оказаться экономией на спичках.

Можно было бы рассуждать о том, что спецификация должна быть более точной. Хотя это и могло бы помочь, мы все знаем, что не бывает идеальных контрактов. Помимо написания хороших требований к качеству, качество и усилия в верификации и валидации также имеют решающее значение.

Поскольку V&V-мероприятия будут сколько-то стоить, подрядчик должен иметь возможность оценить эти виды деятельности, или ему нужно явно указать, какие виды V&V он будет выполнять во время проекта. Если заказчик не предписывает желаемые действия по верификации и валидации для требований в контракте, и подрядчикам не нужно создавать план V&V на предконтрактном этапе, что следует ожидать такому заказчику от подрядчика в смысле верификации и валидации? Если мероприятия по верификации и валидации не определить во время торгов, придется обсуждать их впоследствии: как проверить требования, на какой стадии и т. д. Таким образом, если заказчик серьезно относится к ценности V&V, в ходе тендера эта деятельность должна быть явно (до определенной степени) описана.

Одним из решений этой проблемы было бы предусмотреть в контракте мероприятия V&V для тех требований, которые являются абсолютно критичными и дорогостоящими. Это кажется справедливым решением, потому что эти мероприятия также могут быть оценены потенциальными подрядчиками на этапе тендера и затем могут быть включены в цену. Некоторые заказчики этого не делают, потому что они боятся завязать цену на этапе тендера (они нацелены на получение выгоды от закупок).

Другим решением было бы запросить план верификации и валидации во время проведения тендера и учесть качество предлагаемых V&V-мероприятий подрядчиков в тендерных критериях.

Оба решения ставят вопрос о том, в какой степени заказчики готовы платить за V&V-мероприятия? Кроме того, понимают ли заказчики важность и ценность V&V, выполняемых подрядчиком? Заказчики и подрядчики должны осознавать, что разумное инвестирование в V&V позволяет снизить общие затраты на жизненный цикл и может итеративно разработать продукт лучше, что в свою очередь приведет к удовлетворению пользователей и клиентов.

Важность управления мероприятиями V&V и выделения на них ресурсов

Преимущества V&V признаются довольно широко. Но почему так сложно выполнять мероприятия V&V в проектных организациях и выделять ресурсы для них? Ответ может скрываться в основных стимулах проекта, распределенных между ответственными менеджерами: время, деньги и количество сотрудников проекта. Сколько менеджеров должны сообщать о соответствии требований?

Если время и деньги являются доминирующим фактором (например, точка невозврата должна быть достигнута любой ценой), это может негативно сказаться на мероприятиях V&V. Как часто вам приходится наблюдать нехватку времени или денег на то, чтобы сделать что-то правильно в первый раз, но потом в конце концов приходится тратить дополнительное время и деньги на выполнение этой работы. Если менеджмент уделяет внимание только планированию и бюджету, существует риск того, что потребуются переработка, что приведет к задержкам и (или) перерасходу бюджета.

Таким образом, должен быть найден компромисс между временем, деньгами и результатом проекта. Чтобы найти этот компромисс, необходимо измерить и проанализировать три переменные: время по планированию, деньги по бюджетам, результат проекта по V&V. Однако возникает проблема, если проектная организация не отвечает за соответствие требованиям. В этих случаях менеджмент будет управлять

работой исключительно в соответствии с бюджетом и планом только потому, что доступны лишь эти переменные. Это краткосрочное видение создает риск того, что проблемы в соответствии (качества или эксплуатационных характеристик) останутся необнаруженными, а затем будут рассматриваться по мере их появления.

Поэтому важно сделать V&V ход мероприятий явным и видимым во всей цепочке продуктов, точно так же, как планирование и бюджет, чтобы дать этим мероприятиям влиять на весь ход работ и чтобы найти баланс между временем, бюджетом и результатом проекта.

ВЫВОДЫ

Поэтому важно сделать V&V ход мероприятий явным и видимым во всей цепочке продуктов, точно так же, как планирование и бюджет, чтобы дать этим мероприятиям влиять на весь ход работ и чтобы найти баланс между временем, бюджетом и результатом проекта.

Некоторые важные меры по улучшению:

- явно организовать мероприятия V&V с самого начала;
- создать один план управления V&V целевой системы каждого подрядчика;
- всегда рассматривать систему в ее контексте;
- не рассматривать V&V как средство бухгалтерского учета;
- четко идентифицировать независимые V&V-действия со стороны заинтересованных сторон, например, для экономического обоснования.

Сделайте V&V частью управленческой отчетности и управленческих стимулов и свяжите V&V с графиком платежей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Armstrong, J. R. 2011. "Validation: Losing its Differentiation from Verification?" Paper presented at the 21st Annual International Symposium of INCOSE, Denver, US-CO, 20-23 June.
2. Armstrong, J. R. 2007. "The continued evolution of validation issues and answers." Paper presented at the 17th Annual International Symposium of INCOSE, San Diego, US-CA, 24-28 June.
3. Boehm, B. 1981. Software Engineering Economics. Englewood Cliffs, US-NJ: Prentice-Hall.

-
4. Commissie Infrastructuurprojecten. 2004. Reconstructie Betuweroute: De besluitvorming uitvergroot. The Hague, NL.
 5. EC (European Community). 2004. 2004/18/EC. Consolidated Directive on Public Procurement. 31 March.
 6. Elich, E. 2008. "Paradox of the Bermuda Triangle: Applying Systems Engineering in a PPP-Environment." Paper presented at the 18th Annual International Symposium of INCOSE, Utrecht, NL, 15-19 June.
 7. Ellis, K. 2008. "The Impact of Business Requirements on the Success of Technology Projects." BA Times.
<https://www.batimes.com/articles/the-impact-of-business-requirements-onthe-success-of-technology-projects.html>
 8. Gilb, T. 2004. Competitive Engineering: A Handbook for Systems Engineering, Requirements Engineering and Software Engineering. Burlington, US-MA: Elsevier.
 9. Investigation committee Noord/Zuidlijn. Limmen, M. e.o. 2009. Municipality of Amsterdam
 10. ISO/IEC (International Organisation for Standardisation and International Electrotechnical Commission). 2005. ISO/IEC 9000-2005. Quality management systems–Fundamentals and vocabulary. Geneva, CH: ISO/IEC
 11. ISO/IEC (International Organisation for Standardisation and International Electrotechnical Commission). 2008. ISO/IEC 15288-2008. Systems and software engineering–System life cycle processes. Geneva, CH: ISO/IEC.
 12. Lamper, Anton, et al. 2011. Hand-out RAMS / LCC analyse. (Dutch), 2nd edition. ProRail.
 13. Lewis, B. 2001. "The 70-percent failure." Infoworld 23 (44):50.
 14. Luling, B. van, et al. 2009. "Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector, 2.0." (2nd Guideline Systems Engineering in the Road, Rail & Waterways construction domain, in Dutch only.) Utrecht, NL. 27 Nov.
 15. Millau Bridge. 2004. http://en.wikipedia.org/wiki/Millau_Viaduct. December.
 16. Poeth en Van Dongen. 1985. Masterplan voor de toekomst van de Rotterdamse haven.
 17. Rijt, Jeroen van der. 2009. The Dutch construction industry: An overview and its use of performance information. Scenter & Delft University of Technology, NL.
 18. Spoorzone Delft. 2004. http://www.spoorzonedelft.nl/Over_het_project/Projectgeschiedenis/.
 19. The Standish Group. 1994. The CHAOS Report.
 20. Wheatcraft, L. S. 2011. "Triple Your Chances of Project Success, Risk, and Requirements." Paper presented at the 21st Annual International Symposium of INCOSE, Denver, USCO, 20-23 June.

ОБ АВТОРАХ

Маартен Вуллингс (Maarten Vullings) имеет степень магистра в области машиностроения. В группе системных инженеров в Технологическом университете Эйнховена он провел исследования в области планирования контейнерных терминалов, управления цепочками поставок и проектирования производственных сетей. В 2009 году Маартен начал работать в качестве системного инженера ProRail BV (голландской компании по железнодорожной инфраструктуре), где в настоящее время он участвует в проекте строительства тоннеля в городе Делфт (Нидерланды). Маартен является членом INCOSE с 2010 года.

Эрик Элих (Erik Elich) - независимый консультант в области управления изменениями и инженерного менеджмента. Помимо государственного сектора, он получил знания и опыт в области электроники, обороны, медицины, банковского дела и в информационных технологиях. Эрик имеет степень магистра электротехники (1984, Делфтский технологический университет). Он начал применять системную инженерию в 1984 году, когда внедрял производственные системы "точно в срок" в рамках автоматизации производства. В 1991 году он основал Монто (Monto) и занимал различные должности по управлению проектами и консультированию, в последнее время в сфере транспорта и гражданского строительства. Эрик вдохновлен «неопределенностью старого и нового, между сиюминутным и дрящимся долго». Его девиз - это баланс в изменении.

Пол Шрейнемакерс (Paul Schreinemakers) имеет степень бакалавра в области точной механики и магистра в области проектирования технических изделий. Пол имеет более чем 20-летний опыт разработки изделий для космической, оборонной и автомобильной и железнодорожной промышленности. В 2003 году Пол основал собственную консалтинговую компанию SEPIAdvies. Вместе с Эриком Элихом он преподает применение системной инженерии в компании How2SE, которую он основал совместно с партнерами в 2010 году. Многие из проектов, в которых он участвовал, состояли из многоязычных и многокультурных проектных команд. Пол стал активно участвовать в INCOSE в 2000 году и проработал 3,5 года в совете директоров голландского отделения, среди прочего на должности президента. Он был генеральным председателем принимающего комитета IS2008, а с 2009 года - заместителем директора по мероприятиям. (Примечание редактора: Пол работал в INCOSE в качестве заместителя технического директора 2013-2014 гг. и технического директора в 2015-2016 гг.).